

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-014537

(43)Date of publication of application : 17.01.1995

(51)Int.Cl.

H01J 37/22

G01B 15/04

H01J 37/28

(21)Application number : 05-150128

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 22.06.1993

(72)Inventor : SUDO ITSUKI

KURE TOKUO

NINOMIYA TAKESHI

KURODA KATSUHIRO

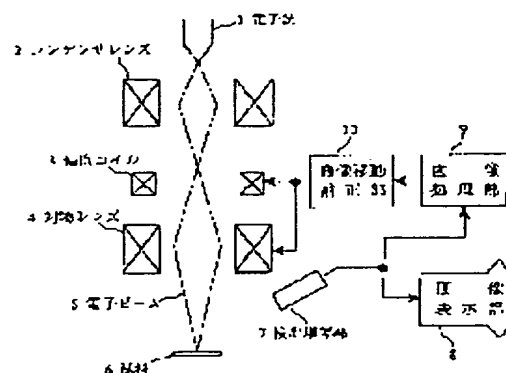
TODOKORO HIDEO

(54) MEASURING METHOD BY SCANNING ELECTRON MICROSCOPE

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent the charge-up on a sample surface and facilitate an image observation and an X-ray analysis with high sensitivity by switching the accelerating voltage to different accelerating voltage at the time of the X-ray analysis, generating electric charges with the opposite polarity, and negating the electric charges accumulated on the sample surface when a pattern is positioned.

CONSTITUTION: A sample 6 is scanned at the prescribed accelerating voltage by an electron beam 5 from the electron gun 1 of a scanning electron microscope for the secondary electron emission gain $\delta > 1$. The accelerating voltage is increased to make an analysis for the secondary electron emission gain δ_1 . The drift quantity of an image when the acceleration voltage is switched is calculated by an image process section 9, and a deflection coil 3 and an objective lens 4 are controlled based on the signals from an image shift correction section 10. The negative electric charges generated by the initial scanning are negated, the charge-up can be prevented, and the analysis of a nonconducting material surface or the like can be made. The accelerating voltage at the time of the analysis is preferably set to the range of 0.5-5.0kV.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-14537

(43) 公開日 平成7年(1995)1月17日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F 1	技術表示箇所
H 0 1 J 37/22				
G 0 1 B 15/04				
H 0 1 J 37/28		Z		

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平5-150128

(22) 出願日 平成5年(1993)6月22日

(71) 出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 須藤 敬己
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 久▲禮▼ 得男
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 二宮 健
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

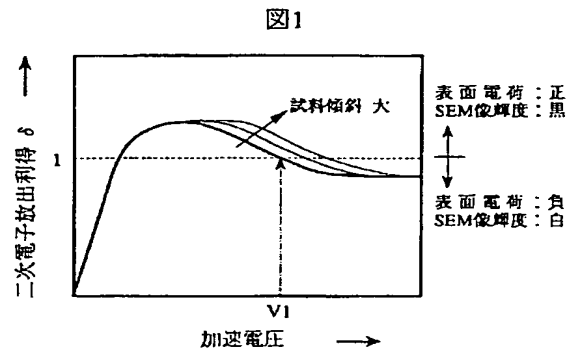
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 走査型電子顕微鏡による計測方法

(57) 【要約】

【構成】 試料表面に蓄積した電荷を、反対極性の電荷が発生する異なる加速電圧に切り替えて電子ビームを照射することにより消去する。

【効果】 試料表面に蓄積した電荷を、異なる加速電圧を印加して反対極性の電荷が発生させて蓄積電荷を打ち消すことにより、チャージアップを効果的に防止できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】電子ビームを細く集束して試料上を走査し、前記試料の表面から放出される二次電子又は反射電子を検出増幅し、前記試料上の走査と同期して像観察用画面表示部上で走査し輝度変調して像を表示する走査型電子顕微鏡により像観察あるいは分析を行う場合において、像観察あるいは分析を行うべくパターンの位置決めを行う際の加速電圧と、像観察あるいは分析時の加速電圧とが異なることを特徴とする走査型電子顕微鏡による計測方法。

【請求項2】請求項1において、非導電性材料の前記試料の表面を分析する際に、前記試料の表面がチャージアップしない加速電圧を用いてパターンの位置決めを行う走査型電子顕微鏡による計測方法。

【請求項3】請求項1または2において、前記パターン位置決め時の加速電圧は、前記試料の表面から放出される二次電子の放出利得が1以上となる加速電圧により行う走査型電子顕微鏡による計測方法。

【請求項4】請求項1、2または3において、像観察を行いながら分析を行う際の加速電圧は、蛍光X線エネルギーが励起可能な加速電圧である走査型電子顕微鏡による計測方法。

【請求項5】請求項1、2または3において、像観察を行いながら分析を行う際の加速電圧は、0.5～5.0 kVである走査型電子顕微鏡による計測方法。

【請求項6】請求項1、2または3において、像観察を行いながら分析を行う際の加速電圧は、対象とする材質の特性X線エネルギーの1～10倍である走査型電子顕微鏡による計測方法。

【請求項7】請求項1、2または3において、像観察あるいは分析工程と、像観察あるいは分析時に試料表面に蓄積する電荷とは反対極性の電荷が発生する加速電圧に切り替えて短時間電子ビーム走査を行って表面蓄積電荷を打ち消す工程とを繰り返して行う走査型電子顕微鏡による分析方法。

【請求項8】請求項1、2または3において、同様の構造が複数存在する試料を計測する場合に、計測途中で計測点を順次変えて、計測中に蓄積した表面電荷が放出されて電的に中性状態になった位置に再び戻って計測を継続する走査型電子顕微鏡による計測方法。

【請求項9】請求項1、2または3において、種々の加速電圧により高倍率で試料上に電子ビームを走査した後低倍率で像観察を行う操作を複数回繰り返し、高倍率領域と低倍率領域の輝度が等しくなる加速電圧を自動的に決定する走査型電子顕微鏡による像観察方法。

【請求項10】請求項1、2、3、7または9において、二次電子又は反射電子を検出し増幅する検出増幅部より画像信号を受けて画像位置の記憶並びに画像ずれ量計算を行い、画像処理部からの画像ずれ量補正信号を受けて画像の自動視野調整並びに自動焦点補正を行い、加

速電圧の変化に伴う画像移動及び像焦点変動を自動的に補正する走査型電子顕微鏡計測方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、走査型電子顕微鏡による計測方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、走査型電子顕微鏡によりレジスト、 SiO_2 などの非導電性材料表面を観察する場合には、電子ビームを照射したことにより材料表面に電荷が蓄積する、いわゆるチャージアップが発生し、像観察が困難になるという問題があった。特にレジストあるいは SiO_2 の微細コンタクトホールパターンの場合には試料表面の全面がチャージアップするため、パターンの識別が非常に困難であった。

【0003】この表面チャージアップの問題を解決するため、二次電子放出利得が1となる加速電圧で観察する低加速SEM（スキニング エレクトロン マイクロスコープ、Scanning Electron Microscope）が知られている。また、特開平3-163736号公報に記載された発明においては、走査型電子顕微鏡の試料室と試料交換室の間に試料表面に導電性薄膜を蒸着するための試料処理室を設けた構造としている。この発明によれば、試料処理室で導電性薄膜を蒸着することにより、試料表面が試料ホルダを介して接地電位に固定されるため、電子ビームを照射しても試料表面に電荷が蓄積されることが無く、チャージアップが発生し易い非導電性材料表面の像観察を容易にするものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来技術において、低加速SEMでは加速電圧を一定の値に固定して観察するため、試料の表面材質の変化に伴う二次電子放出利得の変化などにより完全にはチャージアップを防止できない。また、X線分析を行う際には、十分な分析感度が得られる比較的高い加速電圧により行うため、チャージアップを防止することができない。導電性薄膜蒸着法は、走査型電子顕微鏡内での観察終了後に試料処理室で蒸着した導電性薄膜のみを選択的に完全に除去することが不可能であり、試料を後の半導体製造工程に戻した際に重金属汚染や配線材料相互の接触抵抗増加等の支障を来すため、インライン評価には適用できないという問題があった。

【0005】本発明の目的は、非導電性材料表面でのチャージアップを防止して像観察及びX線分析を容易にかつ高感度に行うことができ、さらに観察終了後に試料を半導体製造工程に戻すことのできるインライン評価が可能な計測方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、像観察あるいはX線分析を行うべくパタ

ーンの位置決めの際に用いた加速電圧を、像観察あるいはX線分析時には異なる加速電圧を切り替えて行う。

【0007】

【作用】本発明によれば、像観察あるいはX線分析を行うべくパターンの位置決めを行う際に試料表面に蓄積した電荷を、像観察あるいはX線分析時に異なる加速電圧に切り替えて反対極性の電荷を発生させ蓄積電荷を打ち消すことにより、試料表面のチャージアップを防止できる。また、分析後の試料表面には異物、金属薄膜等が残存しないため、試料を後の半導体製造工程に戻しても支障を来すことが無く、インライン評価が可能となる。

【0008】

【実施例】（実施例 1）図1は、加速電圧と二次電子放出利得の関係を示す。

【0009】本実施例は、表面材料がレジストの微細コンタクトホールパターンの底面を走査型電子顕微鏡により分析する際に、まず、二次電子放出利得 $\delta > 1$ の加速電圧、例えば0.8kVを印加して分析点の位置決めを行う。次に、二次電子放出利得 $\delta < 1$ の加速電圧、例えば、2.0kVに切り替え、加速電圧を変化させた時に生じる画像の移動及び焦点のずれを自動的に補正して分析を行う方法である。

【0010】ここで、図2を用いて自動画像移動補正機構を説明する。電子銃1より照射した電子ビームをコンデンサレンズ2及び対物レンズ4により試料6上に集束させるビーム集光系と、電子ビームを偏向コイル3により二次元的に走査するビーム走査系と、試料6表面から放出される二次電子又は反射電子を検出し増幅する検出増幅部7と、検出増幅部7からの検出信号を輝度信号として供給しCRT上に画像を表示する画像表示部8から成る走査型電子顕微鏡において、まず、検出増幅部7からの検出信号を受けて画像の初期位置及び画像鮮明度を画像処理部9で記憶する。

【0011】次に、上述のように加速電圧を切り替えた際の画像のずれ量を画像処理部9で計算し、画像のずれを補正すべく画像ずれ量補正信号を画像移動補正部10に供給する。その後、画像移動補正部10より画像ずれ量補正信号に基づいて偏向コイル3を微動させ、画像を初期位置に復元させる。その後、初期位置に復元した画像の鮮明度を再度画像処理部9で記憶し、初期の画像鮮明度と比較し、その補正量を信号として画像移動補正部10に供給する。その後、画像移動補正部10より画像鮮明度補正信号に基づいて対物レンズ4を制御し、画像の焦点を初期状態に復元させる。

【0012】なお、分析を行う際の加速電圧は、0.5～5.0kVの範囲に設定することが望ましい。その理由は、微細コンタクトホール内底面の計測対象材料より蛍光X線を十分に励起できること、高感度な分析を行うためには計測対象材料から放射される特性X線エネルギーの1～10倍の加速電圧が必要であること、及び試料を

傾斜させて分析を行う場合には、図1に示すように、試料傾斜角度が大きいほど二次電子放出利得 $\delta < 1$ となる加速電圧が高加速電圧側にシフトするためである。

【0013】上述した分析方法によれば、0.8kVの加速電圧を印加した場合のレジスト表面から放出される二次電子放出利得は1よりも大きいため、電子ビームを走査した領域の試料表面には正電荷が蓄積される。その後、2.0kVの加速電圧を印加すると、二次電子放出利得は1よりも小さいためレジスト表面には負電荷が発生し、両者の電荷が打ち消し合うことによりレジスト表面でのチャージアップを防止でき、微細コンタクトホールパターンの分析を容易に行うことができる。また、分析後の試料表面には異物、金属薄膜等が残存しないため、試料を後の半導体製造工程に戻しても支障を来すことが無く、インライン評価が可能である。さらに、本実施例で示した自動画像移動補正機構によれば、加速電圧を変化させた時に生じる画像の移動及び焦点のずれを速やかに自動的に補正できるため、像観察時間を大幅に短縮できる。

【0014】（実施例 2）第一の実施例と同様に、図1を用いて本実施例を説明する。

【0015】本実施例では、表面材料がレジストであり構造が微細コンタクトホールパターンの試料を走査型電子顕微鏡により像観察及びホール底部のX線分析を行う際に、二次電子放出利得 $\delta = 1$ となる加速電圧V1を自動的に決定し、像観察及びX線分析を行うべきコンタクトホール部の位置決めを行う方法である。

【0016】ここで、二次電子放出利得 δ が1となる加速電圧V1の決定手法を図3を用いて説明する。まず、任意の加速電圧Vaを用いて任意の倍率で一定時間試料上に電子ビームを走査し、その後低倍率に切り替えて、低倍率領域の輝度と比較して初めに電子ビームを走査した高倍率領域内の輝度の明暗により、二次電子放出利得 $\delta = 1, > 1, < 1$ の三つの状態を判別する。低倍率に切り替えた直後の低倍率領域は電子ビーム照射を受けて試料表面にはごくわずかに正電荷が蓄積するが、電子ビーム照射時間が極短い場合には電氣的にはほとんど中性であるといえる。両者の領域の輝度が等しければ両領域間での電荷の相互移動が無く電氣的に中性であることから、二次電子放出利得 $\delta = 1$ であり、用いた加速電圧VaがV1である。

【0017】一方、高倍率ビーム走査領域の輝度が低倍率領域の輝度に比べて黒い場合は、高倍率領域より電子が流出していることになり、試料表面には正電荷が蓄積されており、二次電子放出利得 $\delta > 1$ と決定できる。他方、高倍率ビーム走査領域の輝度が低倍率領域の輝度に比べて白い場合は、高倍率領域に電子が流入していることになり、試料表面には負電荷が蓄積されており、二次電子放出利得 $\delta < 1$ と決定できる。

【0018】二次電子放出利得 $\delta > 1$ の場合には、当初

の加速電圧 V_a に nV_b (V_b : 任意の加速電圧, n : 繰り返し回数)を加えて印加し、二次電子放出利得が $\delta = 1$ または $\delta < 1$ になるまで繰り返し行う。二次電子放出利得が $\delta < 1$ の場合には、加速電圧 ($V_a + nV_b$) $- mV_c$ (V_c : 任意の加速電圧, m : 繰り返し回数)を印加して、二次電子放出利得 δ が1になるまで繰り返し行う。

【0019】本実施例によれば、二次電子放出利得 δ が1となる加速電圧を自動的に設定して電子ビームを走査することにより、どんな材質の試料表面でも電荷が蓄積されることが無いためチャージアップを完全に防止でき、像観察及びX線分析を行うべき微細コンタクトパターンの位置決めを容易に行うことができ、引き続き高倍率像観察やX線分析を行う際に試料上の特定パターンの識別を容易に行うことができる。また、第一の実施例と同様に、像観察後の試料表面には異物、金属薄膜等が残存しないため、試料を後の半導体製造工程に戻しても支障を来すことが無く、インライン評価が可能である。

【0020】(実施例 3) 図4には加速電圧と二次電子放出利得の関係を、図5にはタイムチャートをそれぞれ示す。

【0021】本実施例は、表面材料がレジストの微細コンタクトホールパターン内に電子ビームをポイント状に細く集束して照射し、コンタクトホール底部の残留物をX線分析する際に、二次電子放出利得が $\delta < 1$ の加速電圧 V_2 を用いてコンタクトホールパターン内にポイントビームをある一定時間照射しX線分析を行うことと、二次電子放出利得が $\delta > 1$ の加速電圧 V_3 に切り替えてX線分析を行っているコンタクトホールの周囲に電子ビームを短時間走査することを交互に複数回繰り返して行う方法である。

【0022】従来のコンタクトホール底部残留物のX線分析方法では、二次電子放出利得が $\delta < 1$ の加速電圧 V_2 でポイントビーム状に長時間照射するため、ホール底部やホール周辺に蓄積した電荷量の大きな負電荷により、電子ビームが曲げられてホール底部に到達しなくなり、X線分析を長時間行うことができないという問題があった。

【0023】しかし、本実施例によれば、加速電圧 V_2 のポイントビーム照射によりホール底部やホール周辺に負電荷が蓄積しても、加速電圧 V_3 のビーム走査により蓄積した負電荷を打ち消すことができるため電子ビームが曲げられることが無く、従ってX線分析を長時間行うことができ、高感度のX線分析が可能である。また、本実施例においても、第一及び第二の実施例と同様に、像観察後の試料表面には異物、金属薄膜等が残存しないため、試料を後の半導体製造工程に戻しても支障を来すことが無く、インライン評価が可能である。

【0024】(実施例 4) 本実施例を図6を用いて説明する。本実施例では、同一構造の微細コンタクトホー

ル11が複数個配列されている場合の微細コンタクトホール11内に電子ビームをポイント状に細く集束して照射し、コンタクトホール底部の残留物をX線分析する際において、まず、計測点13を分析する。次に、ある一定時間分析後に、計測点14に電子ビームを自動的に移動させて継続して分析を行う。一定時間経過後、計測点15、さらに計測点16に計測点を移動して分析を継続する。しかる後に、計測点13'すなわち計測点13に戻り、継続して分析を行う方法である。

【0025】従来方法の問題点として、同一の計測点を長時間分析し続けるとホール底部やホール周辺に過大な負電荷が蓄積し、電子ビームが曲げられてホール底部に到達しなくなり、X線分析を長時間行うことができないという問題が生じる。また、同一の計測点に長時間電子ビームを照射し続けるとコンタミネーションの付着量が増大し、分析感度の低下を招くという問題があった。

【0026】しかし、本実施例によれば、ホール底部やホール周辺に過大な負電荷が蓄積する前に計測点を順次移動していくため、電子ビームのコンタクトホール内への侵入を妨げられることがなく、X線分析を実効的に長時間行うことが可能となる。また、一箇所当りの計測時間を少なくできるためコンタミネーションの付着量を少なくすることができ、高感度のX線分析が可能である。さらに、特定の計測点において、一度蓄積した負電荷が時間経過に伴い電気的中性状態に戻った後に、再度、X線分析を行うことにより、移動させながら分析を行う際の分析領域を少なくすることができ、従って試料ステージの移動精度の高い分析を行うことができる。さらに、本実施例でも、第一ないし第三の実施例と同様に、分析後の試料表面には異物、金属薄膜等が残存しないため、試料を後の半導体製造工程に戻しても支障を来すことが無く、インライン評価が可能である。

【0027】

【発明の効果】本発明によれば、像観察あるいはX線分析を行う際に試料表面に蓄積した電荷を、反対極性の電荷が発生する異なる加速電圧に切り替えて電子ビームを照射することにより、試料表面のチャージアップを防止することができる。また、像観察あるいはX線分析後の試料表面には異物、金属薄膜等が残存しないため、試料を後の半導体製造工程に戻しても重金属汚染等の支障を来すことが無く、インライン評価が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施例における加速電圧と二次電子放出利得の関係を示す説明図。

【図2】本発明の第一の実施例における自動画像移動補正機構を示すブロック図。

【図3】本発明の第二の実施例における加速電圧 V_1 の決定手法を示すフローチャート。

【図4】本発明の第三の実施例における加速電圧と二次電子放出利得の関係を示す特性図。

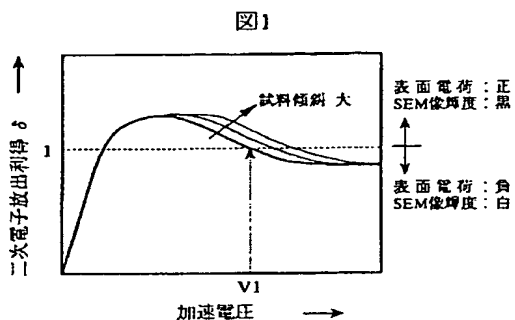
【図5】本発明の第三の実施例におけるタイムチャートを示す図。

【図6】本発明の第四の実施例における計測位置移動手法を示す説明図。

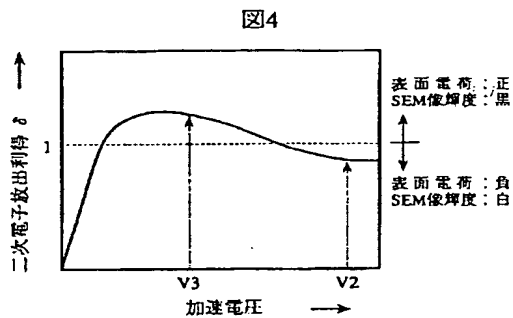
【符号の説明】

δ …二次電子放出利得、 V_1 …二次電子放出利得 δ が1の加速電圧、1…電子銃、2…コンデンサレンズ、3…偏向コイル、4…対物レンズ、5…電子ビーム、6…試料、7…検出増幅部、8…画像表示部、9…画像処理部、10…画像移動補正部。

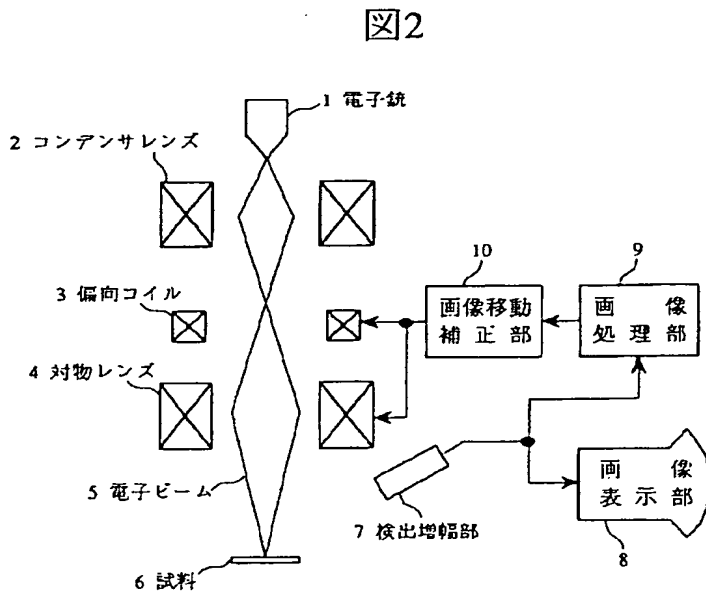
【図1】



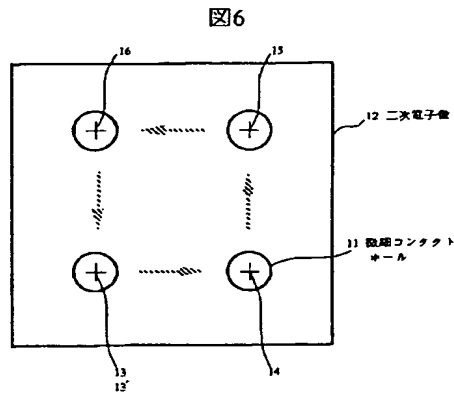
【図4】



【図2】

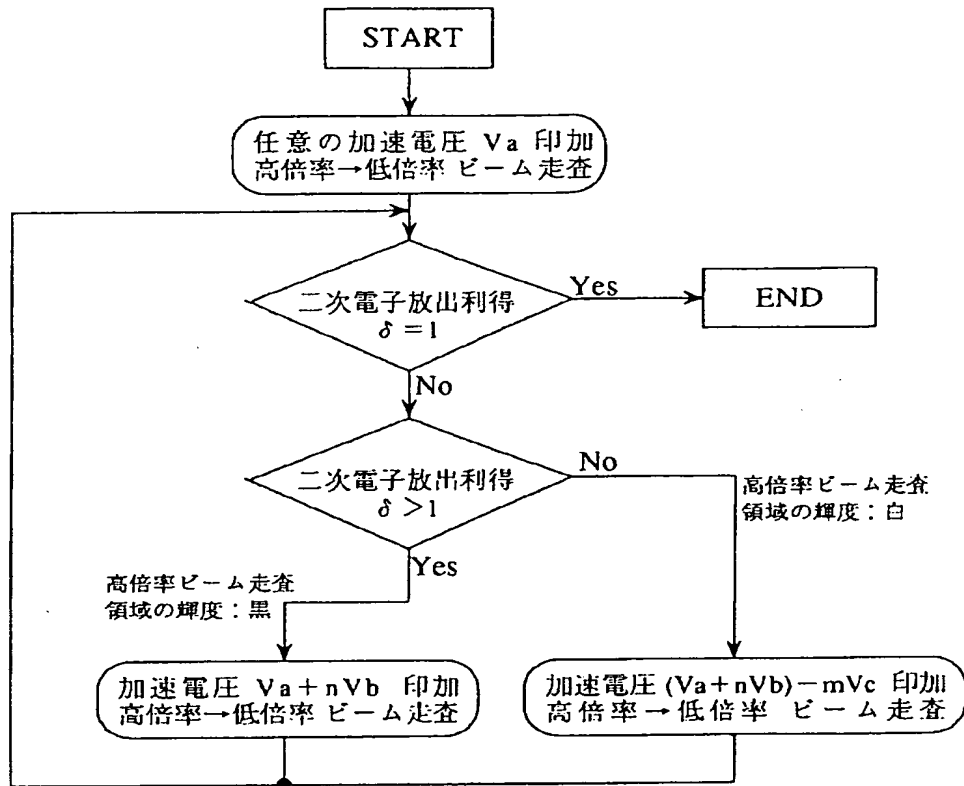


【図6】



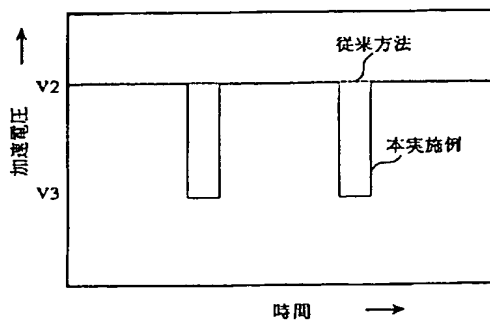
【図3】

図3



【図5】

図5



フロントページの続き

(72)発明者 黒田 勝広
東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 戸所 秀男
茨城県勝田市市毛882番地 株式会社日立
製作所計測器事業部内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.